

Available online at <http://ajol.info/index.php/ijbcs>

Int. J. Biol. Chem. Sci. 9(1): 155-175, February 2015

ISSN 1997-342X (Online), ISSN 1991-8631 (Print)

**International Journal
of Biological and
Chemical Sciences**

Original Paper

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Etude de la variation de la végétation en milieux salé et acide au Sénégal

A. THIAM^{1*}, S.A.N. SAMBA², K. NOBA³, J.P. NDIAYE⁴, M. DIATTA⁴ et M. WADE⁴¹Université de Thiès, Institut Supérieur de Formation Agricole et Rural (ISFAR), BP 54, Bambey, Sénégal.²Université de Thiès, Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture (ENSA), BP 967, Thiès, Sénégal.³Université Cheikh Anta Diop (UCAD), Département de Biologie Végétale, BP 5005, Dakar, Sénégal.⁴Institut Sénégalais de Recherches Agricoles (ISRA), BP 2312, Dakar, Sénégal.*Auteur correspondant, E-mail: amsathiam@yahoo.fr

RESUME

L'objectif de l'étude était de comprendre la variation de la végétation en milieux acide et salé. La répartition de la végétation des sols sulfatés acides salés en fonction de certains paramètres (pH, conductivité électrique ou CE, humidité du sol et texture des sols) a ainsi été étudiée dans les secteurs situés au Sud et au Nord du fleuve Saloum (Sénégal). Des relevés ont été effectués sur les différentes unités géomorphologiques (terrasses et dunes) suivant la méthode des grappes de superficies graduelles. Au niveau de chaque surface de collecte, des échantillons de sol ont été prélevés à 6 cm de profondeur pour déterminer leur CE, pH, teneur en eau et texture. L'étude a mis en évidence la distribution de la végétation en fonction des unités géomorphologiques et des types de faciès ainsi que les changements des faciès écologiques à travers les distributions aires-espèces. L'analyse en composantes principales a montré le rôle important de la texture du sol sur le regroupement de la végétation en fonction des gammes de salinité, d'acidité et du taux d'humidité. La connaissance du mode de regroupement de la végétation en milieux acide et salé pourrait aider dans le choix du type d'aménagement pour régénérer les potentialités agronomiques de ces sols et leur réintégration dans le système productif national.

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés: Acidité des sols, diversité biologique, humidité, salinité des sols, texture.

INTRODUCTION

Les terres salées et les sols sulfatés acides occupent plus d'un million d'hectares dans l'espace sénégalais. La salinisation des sols est un problème préoccupant pour leur mise en valeur agricole. Les tentatives de récupération des sols salés se sont très souvent confrontées à des problèmes imprévisibles de salinité excessive due à la faible pluviosité, à la sécheresse et aux phénomènes d'évaporation intense et de précipitation des sels en surface par remontées capillaires.

A l'arrière des mangroves s'étendent de vastes surfaces de sols généralement nues appelées localement *tannes* (wolof). Leur existence sur la plupart des littoraux à mangroves a été mise en évidence depuis longtemps (Guilcher, 1955; Berthois et Guilcher, 1956; Battistini, 1961; Fosberg, 1961; Lebigre et Marius 1984). La sursalure et l'acidification qui caractérisent les *tannes* ont façonné ces milieux entraînant des conséquences dramatiques sur l'environnement par la disparition de 70% des

© 2015 International Formulae Group. All rights reserved.

DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i1.15>

forêts à *Acacia* et environ 30 à 40% des forêts à *Combretum glutinosum* (Sadio, 1986) et des systèmes de production (Thiam, 2007).

Les recherches menées depuis les années 60 ont montré qu'une voie d'utilisation possible de ces terres demeure la mise en valeur forestière par l'introduction d'espèces ligneuses halotolérantes. Cependant, à cause de la grande variabilité observée au niveau des propriétés de ces sols, une bonne caractérisation des milieux est nécessaire. C'est ainsi que nous nous sommes proposés d'étudier la variation de la végétation en fonction de la CE, du pH et de la texture des sols. Une telle approche a été faite d'une part par Diallo et al. (2009) sur la variabilité floristique de la végétation herbacée de la Niaye de Pikine (Sénégal) et d'autre part par Thiaw et al. (2011) sur la caractérisation de la végétation herbacée dans la région de Kaffrine (Sénégal).

L'étude de Diallo et al. (2009) a permis de caractériser les groupements végétaux tributaires des facteurs édaphiques et dont certains sont des vestiges d'un ancien tapis végétal et celle de Thiaw et al. (2011) a mis en évidence le regroupement des espèces végétales en fonction des paramètres physico-chimiques du sol (texture du sol, bases échangeables, capacité d'échange cationique.).

La finalité de ce travail est de pouvoir identifier d'une part les gammes de salinité et d'acidité et d'autre part les textures des sols par le seul biais de la présence et du mode de regroupement de la végétation. L'étude permettra aussi la réduction des coûts d'analyses des échantillons des sols (granulométrie, conductivité et potentiel hydrogène) lors de la caractérisation de ces milieux.

MATERIEL ET METHODES

Sites d'étude

Localisation

L'étude a été menée au niveau du domaine des *tannes* (14°08' - 14°20' latitude nord). Il s'étend plus au Nord jusqu'à la

latitude 14°30'. Ce domaine, caractérisé par la présence des *tannes*, couvre plus des 2/3 de la superficie totale du bassin. Deux sites ont été choisis pour mener cette étude: Ndiaffate (14° 05'20 27'' N; 16°10'02 02'' O) situé au Sud du fleuve Saloum et Ngan (14° 10'43 11 N''; 16° 05'56 07'' O) situé au Nord du fleuve. Les sols sont de type sulfaté acide hydromorphe salé sur micro-dune sableuse à matériaux complexes (sables/argiles limoneuses).

Le climat

Le climat appartient au domaine sahélo-sénégalais (Leroux, 1990). Il est caractérisé par des températures moyennes mensuelles comprises entre 26 et 31 °C et par des précipitations normales de 600 à 900 mm/an (1931 - 1960) qui ne sont plus maintenant que de l'ordre de 400 à 600 mm/an (Leborgne, 1988). Le cumul annuel des précipitations (1985 à 2005) montre une variabilité zonale importante avec une moyenne pluviométrique de 596,8 mm et un écart-type de 113,4 mm. L'indice régional standardisé (IPS) caractérise une tendance globalement déficitaire (1985 à 2005).

A Ngan (Nord du fleuve), zone moins arrosée, la moyenne pluviométrique (1985 à 2005) est de 546,83 mm avec un écart type de 116,93 mm (Thiam, 2008) alors qu'à Ndiaffate (Sud du fleuve), zone plus arrosée, elle est de 668,4 mm pour un écart type de 154,24 mm (Thiam, 2008).

Unités géomorphologiques dans le domaine des tannes

Le domaine des *tannes* est constitué de différentes unités géomorphologiques: les *tannes* vasières, les terrasses basses inondables, les terrasses moyennes, les terrasses hautes, le glacis de raccordement, les dépressions et les dunes.

Méthodes

Relevés de la végétation et du sol

Les différents types de faciès ou de *tannes* sur lesquels les relevés ont été effectués étaient: les *tannes* herbacées, les *tannes* localement arborées, *tannes* arborées et

tannes arbustives. La méthode utilisée était celle des grappes de parcelles de superficies graduelles. Une grappe était constituée par un ensemble de superficies se succédant les unes aux autres et chaque surface considérée a été le double de la précédente. A partir d'une aire de 1 m², la superficie a été doublée jusqu'à atteindre l'aire minimale de ce secteur, définie comme étant l'aire à partir de laquelle une augmentation de superficie n'apporte pas d'information significative en termes de nombre d'espèces (Braun Blanquet, 1928).

Pour chaque surface de collecte, des prélèvements d'échantillons de sol ont été effectués sur une tranche de sol de 6 cm de profondeur pour déterminer la conductivité électrique (CE) mesurée à l'aide d'un conductivimètre dans une solution sol/eau (1/10) à 25 °C, le pH à l'aide d'un pH-mètre à partir d'une solution sol/eau (1/2,5), la teneur en eau par la méthode gravimétrique obtenue à partir du rapport :

$$H (\%) = \frac{\text{Poids frais} - \text{Poids sec}}{\text{Poids frais}} \times 100$$

et la texture à partir du triangle texturale, après une analyse granulométrique pour la détermination des proportions de quatre fractions minérales du sol (sable fin, sable grossier, argile et limon).

Analyse des données

Le logiciel XLSTAT a été utilisé pour l'analyse en composante principale (ACP) dont l'objectif était de condenser l'information de manière à identifier les relations caractéristiques (proximités entre les variables et individus) tout en limitant la perte d'information.

L'utilisation de l'indice de Shannon Weaver :

$$H = -\sum P_i \log_2 P_i$$

(H = indice de biodiversité de Shannon, P_i la richesse spécifique = n_i/N avec n_i = nombre d'individus pour l'espèce i et N est l'effectif total) et du coefficient de similarité de Sorens :

$$Ps = (2C/(a+b))*100$$

(a = espèces du site de Ndiaffate ; b

celles de Ngan et c les espèces communes aux deux sites ; ce coefficient varie de 0% à 100% ; $Ps = 0$ s'il n'existe aucune espèce commune entre les deux sites et $Ps = 100\%$ quand les deux sites sont identiques) ont permis d'étudier la diversité et de faire la comparaison entre les communautés végétales de Ndiaffate et de Ngan.

RESULTATS

Distribution des *tannes* dans les terrasses moyennes et basses à Ndiaffate et Ngan

A Ngan, 50% des *tannes* étaient localisés au niveau des terrasses moyennes contre 40% à Ndiaffate. Pour les terrasses basses inondables, on a enregistré 33% des *tannes* à Ngan et 30% à Ndiaffate.

Etude de la végétation en fonction des unités géomorphologiques et du type de faciès

Ndiaffate, situé sur des sols sulfatés acides hydromorphes salés argilo-sableux à texture fine (taux d'argile > 24%), a présenté une diversité biologique plus importante, avec un indice de Shannon Weaver de 3,28 (Tableau 2), que Ngan, moins arrosée et avec des sols sulfatés acides hydromorphes salés sur micro-dune sableuse à matériaux complexes (sables/argiles limoneuses) pour lesquels on a noté une texture grossière (taux de sable 55%) et un indice de Shannon Weaver de 3,19 (Tableaux 1 et 2).

La distribution du type de *tannes*, du nombre d'espèces et de genres n'a pas été fonction du type de terrasses au niveau des deux sites, de même qu'à l'intérieur d'un même site. Le coefficient de similarité de Sorensens K a été de 67% à Ndiaffate et de 68% à Ngan.

Distribution aires / espèces dans les grappes à Ndiaffate et à Ngan

Ndiaffate

La distribution du type de *tannes* a varié en fonction du type de terrasse à Ndiaffate (Figure 1). La terrasse moyenne a présenté un faciès de tanne herbacée (Figure

1B) alors que la terrasse basse a présenté un type de tanne localement arborée (Figure 1C).

Les changements de profils écologiques ont été observés à l'intérieur d'une même unité géomorphologique (terrasse basse) avec une succession de types de *tannes* (Figures 1C, 1D et 1F). Ce changement de profil écologique a aussi été observé lorsque le relevé prenait en compte deux unités géomorphologiques (terrasses moyennes et terrasses basses) contigües (Figures 1E et 1G) avec respectivement la séquence: *tannes* arbustives > *tannes* nues > *tannes* localement arbustives.

Ngan

Le faciès tanne nue a été enregistré au niveau de la terrasse moyenne (Figure 2A) et les *tannes* herbacées au niveau des terrasses basses (Figures 2D et 2F); cependant, le gradient d'altitude entre les différentes unités géomorphologiques n'a pas été le seul facteur caractérisant la distribution des types de *tannes* (Figure 2B). En effet, la distribution spatio-temporelle très hétérogène des éléments de contraintes (salinité et acidité) a permis de mettre en évidence la diversité des faciès écologiques à l'intérieur d'une même unité géomorphologique ou entre deux unités géomorphologiques différentes se succédant. Le passage d'une unité à une autre a pu être mis en évidence par un changement du profil écologique (Figures 2C, 2E et 2G). Ce changement du profil a été observé lors du passage d'une terrasse moyenne vers une terrasse basse.

Distribution des familles par rapport aux grappes et aux dunes à Ndiaffate et à Ngan

A Ndiaffate, neuf (9) familles ont été les plus représentées au niveau des différentes grappes et des dunes. Les Poacées étaient présentes sur l'intégralité des grappes et des dunes, soit un pourcentage de 100%. Cette représentativité a été de 50% pour les Rubiacées, 37,5% pour les Mimosacées et 25% pour les Malvacées. Les Papilionacées, Cypéracées, Césalpiniacées, Fabacées et

Asclépiadacées étaient représentées chacune à hauteur de 12,5%.

A Ngan, les Poacées et les Rubiacées étaient présentes sur la totalité des relevés avec un pourcentage de 100%. En revanche les Mimosacées et les Malvacées étaient présentes sur 25% des relevés alors que les Tiliacées et les Fabacées n'étaient présentes que dans 12,5% des relevés.

Distribution des espèces en fonction des propriétés du sol

Ndiaffate

Les espèces recensées étaient présentes sur trois types de texture: sablo - limoneuse, limono - sableuse et sableuse. L'analyse en composante principale (ACP) a permis de mettre en évidence différents groupes en fonction des textures du sol. Pour la texture sableuse (Figure 3), les axes F1 et F2 ont expliqué 93% de la variabilité totale entre variables et individus. L'axe F1 a expliqué à lui seul 63% et l'axe F2 30%. Pour le pourcentage des contributions des variables par rapport aux axes, l'humidité a contribué pour 47% pour l'axe F1 et la conductivité électrique pour 81% pour l'axe F2.

Avec les individus, *Chloris pilosa* a contribué pour 35% pour l'axe F1 et *Dichostachys glomerata* pour 83% pour l'axe F2. Avec l'utilisation des deux axes F1 x F2, trois groupes se sont distingués, le groupe 1 constitué par *D. glomerata* seul, le second groupe composé par *Leptadenia hastata*, *Phyloxerus vermicularis*, *C. pilosa*, *Digitaria ciliaris* et *Merremia tridentata*.

L'utilisation du pourcentage des contributions des individus a permis de noter à Ndiaffate, pour les textures sableuses, que *D. glomerata* caractérisaient les sols très salins (8 dS/m) avec un taux d'humidité de 2%. Les sols légèrement et moyennement salins [0,41 - 1,07 dS/m] dont le taux d'humidité variait de 0,23% à 1,39% étaient caractérisés par *M. tridentata*. *C. pilosa* caractérisait les sols légèrement salins à salins [2,5 - 4,05 ds/m] avec des teneurs d'humidité de 2 à 5%.

Pour la texture sablo-limoneuse (Figure 4), les axes F1 et F2 ont expliqué 84% de la variabilité entre variables et individus (F1: 46% ; F2: 38%). Pour la contribution des variables, le pH a contribué pour 54% par rapport à F1 et la conductivité électrique pour 75% par rapport à F2.

Avec les pourcentages de contribution des individus, *Oryza longistaminata* a contribué pour 24% pour l'axe F1 et *D. glomerata* pour 36% pour l'axe F2. Avec ces deux axes, quatre groupes se sont distingués. Le groupe 1 était constitué par *Oryza longistaminata*, *Conocarpus erectus*, *Sphaeranthus senegalensis*, *Chloris gayana*, *Cyperus rotundus*. Le second était constitué de *D. glomerata*, *Indigofera tintoria*, *Acacia nilotica*, *Leptadenia hastata*, *Commiphora africana*. Le troisième groupe contenait *Acanthospermum hispidum*, *Ctenium elegans*, *Spermacoce verticillata*, *Eragrostis squamata*, *Corchorus olitorius*, *Balanites aegyptiaca*, *Sida alba*, *Cassia obtusifolia*. Le groupe quatre comprenait *Spermacoce verticillata*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Eragrostis tremula*, *Kohautia grandiflora*. Ces groupes étaient opposés deux à deux, le groupe 1 au groupe 3 et le groupe 2 au groupe 4.

Les informations obtenues des pourcentages des contributions des espèces par rapport aux deux axes lors de l'ACP ont mis en évidence les quatre espèces les mieux appropriées pour la caractérisation de ces sols à texture sablo-limoneuse: *C. erectus*, *D. glomerata*, *B. aegyptiaca* et *Kohautia grandifolia*. *C. erectus* caractérisait les sols salins [2,86 - 4,33 dS/m] avec des acidités variant de très acide à acide [4,2 - 5,5]. *D. glomerata* se retrouvait au niveau des sols salins à très salins [3,27 à 8,22 dS/m] pour une faible acidité [5,28 - 6,03]. *B. aegyptiaca* caractérisait les sols moyennement salins à salins [1,28 - 3,08 dS/] pour des acidités variant d'acide à faiblement acide [5,28 - 6,03]. *K. grandifolia* indiquait les sols moyennement salins à salins [1,29 - 2,99 dS/m] pour des acidités variant de très acide à faiblement acide [4,34 - 5,56].

Pour la texture limono-sableuse (Figure 5), les axes F1 et F2 ont expliqué 83% de la variabilité entre individus et variables (F1: 49%; F2: 34%). Pour les variables, le pH a contribué pour 50% par rapport à F1 et la conductivité électrique 95% pour F2.

P. aculeata, *N. lotus* et *A. gayanus* contribuaient respectivement pour 40, 17 et 15%, soit un cumul de 72%, par rapport à l'axe 1. Pour l'axe 2, *Acacia nilotica* a contribué pour 10%. L'utilisation des deux axes F1 et F2 a fait ressortir quatre groupes distincts. Le premier groupe était constitué par *Tamarix senegalensis*, *P. aculeata*, *S. senegalensis*, *Hibiscus asper*, *Bracharia ramosa*, *Combretum glutinosum* et *Spermacoce stachydea*. *A. nilotica*, *Cyperus rotundus*, *Myragyna inermis*, *Acacia seyal*, *Commiphora africana*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Zornia glochidiata*, *Cassia obtusifolia*, *Sida alba*, *Enterpogon prieurii*, *Sida rhombifolia*, *Acanthospermum hispidum* et *Ctenium elegans* étaient associées au second groupe. Le troisième groupe était composé par *Spermacoce verticillata*, *Eragrostis squamata*, *Corchorus olitorius*, *A. gayanus*, *Pycnus albomarginatus*, *Azadiracta indica*, *Ziziphus mauritiana*, *Piliostigma reticulatum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Ipomaea aquatica*, *Haemanthus pentaphylla* et *Alysicarpus ovalifolius*. Le quatrième groupe regroupait *N. lotus*, *Crotalaria arenaria* et *Calotropis procera*.

Les valeurs des pourcentages des contributions par rapport aux axes mettaient en évidence que dans ces sols sulfatés acides salés à texture limono-sableuse pour des gammes de salinités et d'acidités variables, *P. aculeata*, *A. nilotica*, *A. gayanus* et *N. lotus* caractérisaient mieux ces sols. *P. aculeata* caractérisait les sols moyennement salins à salins [1,43 - 2,96 dS/m] avec des gammes d'acidités de très acide à acide [4,35 - 5,05]. Pour cette même texture, *A. nilotica* caractérisait les sols salins [2,38 - 4,27 dS/m] avec des caractères d'acidité variant d'acide à faiblement acide [5,18 - 6,19]. *A. gayanus* et

N. lotus caractérisaient les sols non salins à moyennement salins [0,06 - 2,04dS/m].

Ngan

Pour la texture sableuse (Figure 6), les axes F1 et F2 expliquaient 93% de la variabilité (F1: 68%; F2: 25%). Avec le pourcentage de contribution des variables, l'humidité a participé à hauteur de 40% pour l'axe F1 et le pH à 80% pour l'axe F2. Avec les individus, *B. aegyptiaca* a contribué pour 19% pour l'axe F1 et *H. asper* 45% pour l'axe F2. L'utilisation à la fois des deux axes fait ressortir quatre groupes distincts. Le premier renfermait *Cenchrus biflorus*, *C. pilosa*, *Cynodon dactylon*, *Acacia albida* et *Schoenefeldia gracilis*. Le second regroupait *Ctenium elegans*, *S. verticillata*, *Enteropogon preurii*, *Cyperus rotundus*, *Cassia obtusifolia* et *B. aegyptiaca*. Le troisième était constitué par *Dactyloctenium aegyptium*, *Ampelocisus pentaphylla*, *Sida rhombifolia*, *Zornia glochidiata* et *Corchorus olitorius*. *C. procera*, *Ocimum basilicum*, *Philoxerus vermicularis*, *Waltheria indica*, *Eragrostis tenella*, et *Hibiscus asper* étaient associées au groupe 4.

L'utilisation des pourcentages des contributions des individus a mis en évidence que *C. biflorus*, *C. obtusifolia*, *C. olitorius* et *H. asper* caractérisaient les sols sulfatés acides salés situés à Ngan et présentant une texture sableuse pour des gammes d'acidité et de salinité variables. *C. biflorus* et *H. asper* caractérisaient ces sols variant de non salin à moyennement salin [0,03 - 1,69 dS/m] pour des gammes d'acidité variant d'acide à neutre [4,48 - 6,8]. *C. obtusifolia* a caractérisé les sols moyennement salins à salins [1,7 - 3,37 dS/m], acides à faiblement acides [5,22 - 5,75]. *Cassia obtusifolia* caractérisait les sols moyennement salins [1,44 - 2,26 ds/m] et acides [5,14 - 5,6].

Avec la texture sablo-limoneuse (Figure 7), les résultats de l'ACP ont montré que les axes F1 et F2 expliquaient la quasi-totalité de la variabilité (98%) avec respectivement 84% pour F1 et 14% pour F2. Pour l'utilisation des pourcentages des

contributions, l'humidité du sol a participé à hauteur de 37% par rapport à l'axe F1 et le pH pour 69% pour l'axe F2. Avec les individus, *Sesuvium portulacastrum* a eu la plus importante contribution (47%) pour l'axe F1 et *Cenchrus biflorus* la plus importante (25%) pour l'axe F2.

Quatre groupes ont été répertoriés avec l'utilisation des deux axes: le groupe 1 opposé au groupe 3 et le groupe 2 opposé au groupe 4. Les espèces du groupe 1 étaient *C. biflorus*, *C. pilosa*, *C. elegans*, *A. nilotica* et *S. gracilis*. Le second regroupait *S. verticillata*, *B. aegyptiaca*, *A. seyal* et *S. portulacastrum*. Le groupe 3 renfermait *Andropogon pseudapricus*, *C. rotundus*, *E. preurii*, *S. stachydea*, *S. rhombifolia*, *Ampelocisus pentaphylla* et *Z. glochidiata* et le groupe 4: *D. aegyptium*, *E. squamata*, *Peristrophe bicalyculata*, *Philoxerus vermicularis*, *E. tenella*, *Thypha australis* et *E. tremula*.

Avec les pourcentages des contributions des individus, *C. biflorus*, *S. portulacastrum*, *Z. glochidiata*, *E. tremula* étaient les plus appropriées pour caractériser ces sols à texture sablo-limoneuse. *C. biflorus* caractérisait les sols faiblement acides [5,71 - 6,89] dont la teneur d'humidité variait de 0,2 à 2,86%. Pour une gamme d'acidités variant de très acide à faiblement acide [4,48 - 5,75], *Sesuvium portulacastrum* constituait un bon indicateur lorsque la teneur en eau variait entre 2,73 et 8,98%. *Z. glochidiata* caractérisait ces sols lorsque leur pH variait entre 5,14 et 5,52 et leur humidité entre 1,45 à 3,49%. Pour les sols acides à faiblement acides [5,15 - 5,86] à humidité variant de 0,99 à 2,44%, *Eragrostis tremula* était la mieux appropriée pour caractériser ces sols.

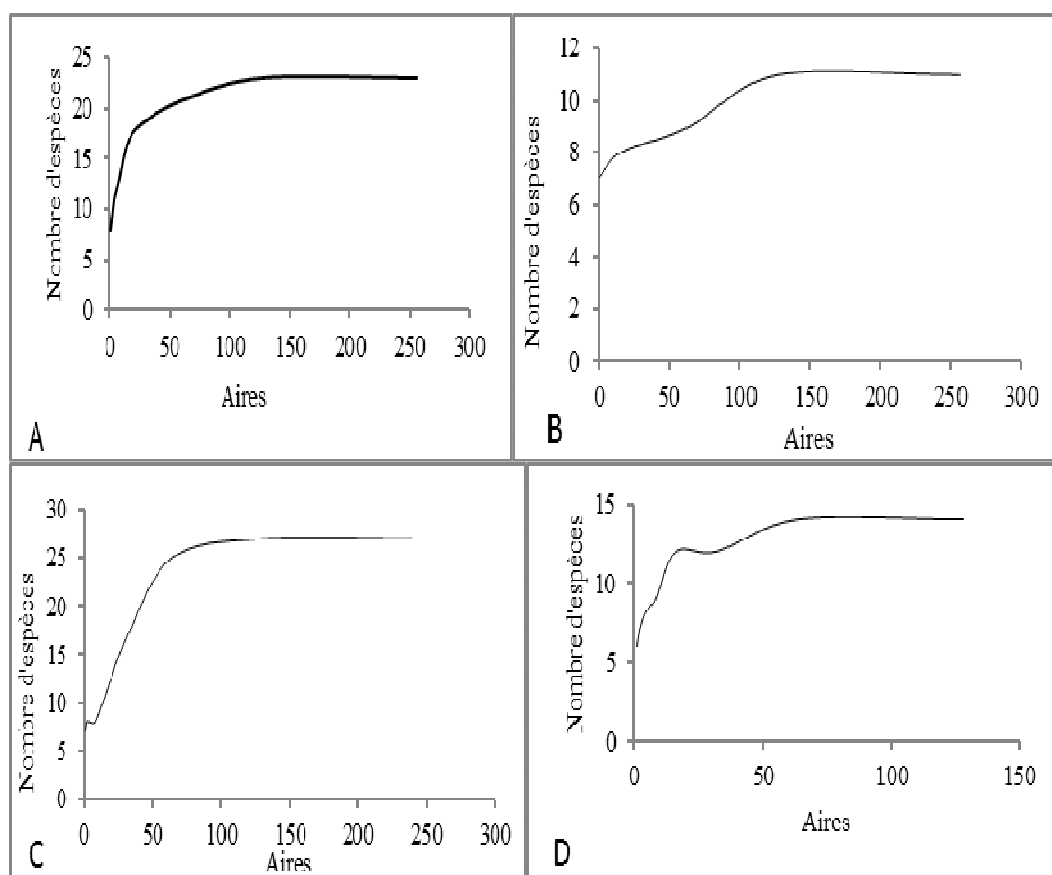
Avec la texture limono-sableuse (Figure 8), les relations entre individus et variables ont été expliquées à 95% par les axes F1 (59%) et F2 (36%). Dans l'ACP, l'axe F1 a été expliqué par la conductivité électrique (51%) et l'humidité (49%). Pour l'axe F2, le pH a contribué pour 91%.

L'utilisation des pourcentages des contributions des individus a montré que A.

pseudapricus a contribué à hauteur de 48% pour l'axe F1 et *Commelina forskalaei* à hauteur de 22% pour l'axe F2. La combinaison des deux axes a fait ressortir quatre groupes distincts qui s'opposent deux à deux. Le groupe 1 était constitué par *C. forskalaei*, *S. dulcis* et *E. squamata*. Le groupe 2 regroupait *S. senegalensis*, *K. grandiflora* et *I. asarifolia*. Le groupe 3 était composé par *Brachiaria ramosa*, *Peristrophe bicalyculata* et *A. pseudapricus*. Les individus associés au groupe 4 étaient *Crotalaria glaucoïdes*, *Anarcadium occidentale*, *Pennisetum pedicellatum* et *Cassia nigricans*.

L'utilisation des pourcentages des contributions des individus par rapport aux

axes a permis de mettre en évidence que les espèces *C. forskalaei*, *K. grandiflora*, *A. pseudapricus*, ainsi que le groupe d'espèces *C. glaucoïdes*, *A. occidentalis* et *P. pedicellatum* caractérisaient mieux les sols sulfatés acides salés situés au nord du fleuve Saloum (Ngan) et dont la texture est limono-sableuse. *C. forskalaei*, *K. grandiflora* et le groupe constitué par *C. glaucoïdes*, *A. occidentalis* et *P. pedicellatum* caractérisaient ces sols non salins à moyennement salins [0,01-0,76 dS/m] acide à faiblement acide [5,41 - 6,22]. *A. pseudapricus* indiquait les sols légèrement salins à salins [0,67 - 2,3 dS/m], acide à faiblement acide [5,35 - 5,68].



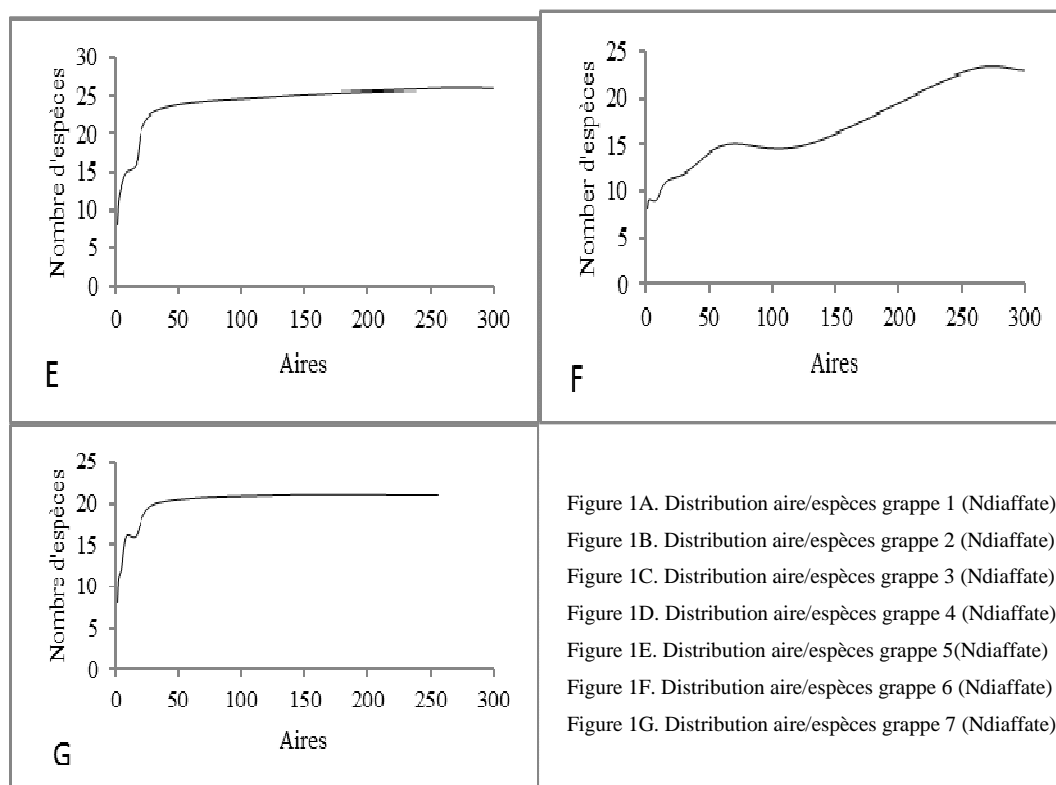
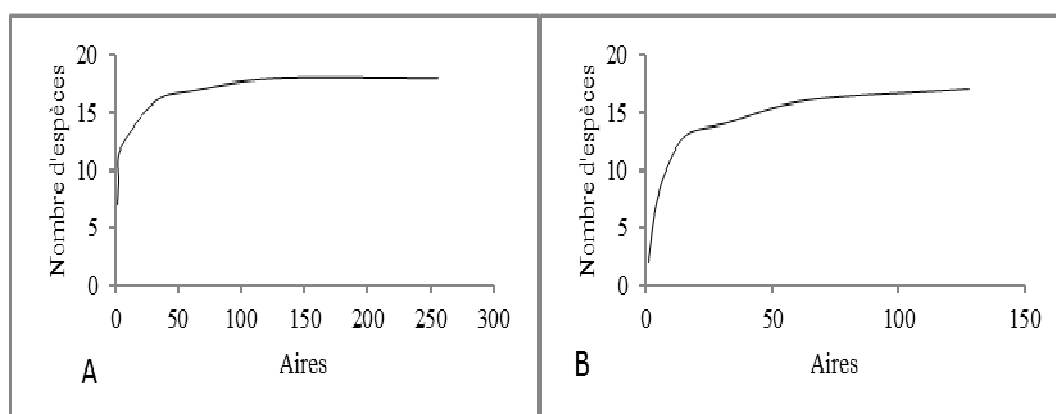


Figure 1. Distribution aire /espèces dans les différentes grappes (Ndiaffate).



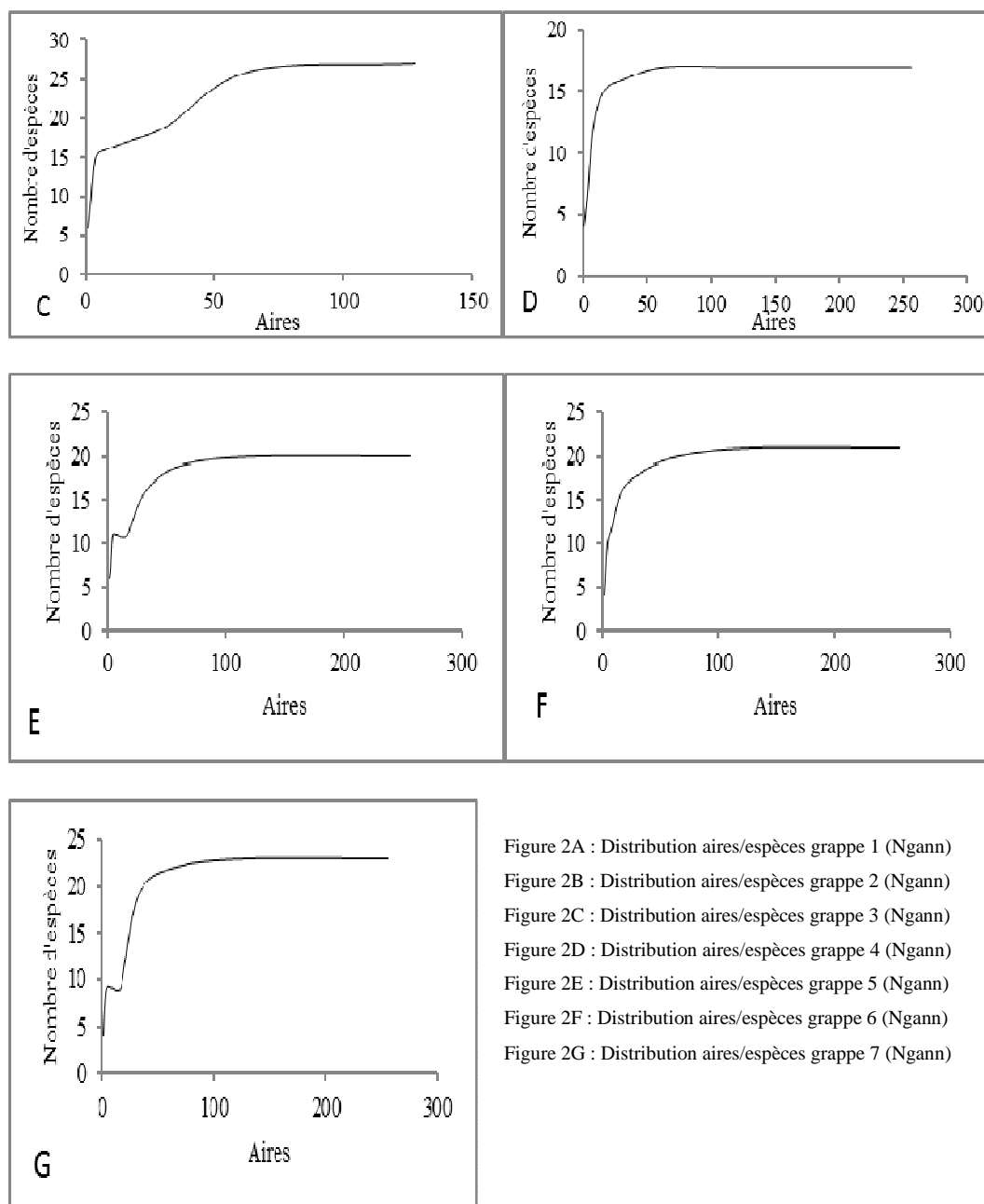


Figure 2 : Distribution aire /espèces dans les différentes grappes (Ngan).

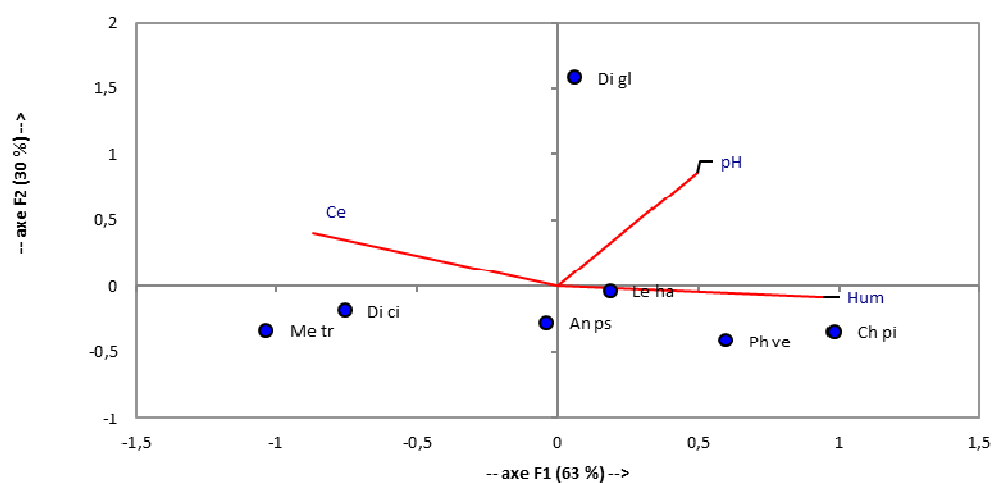


Figure 3 : Distribution des espèces en fonction de la texture sableuse, de la conductivité électrique (Ce dS/m), du pH et du taux d'humidité (Hum) (Ndiaffate).

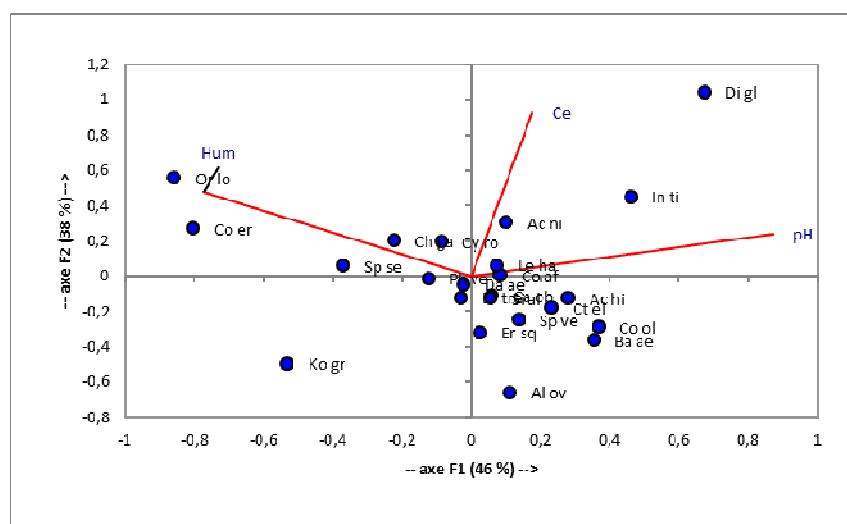
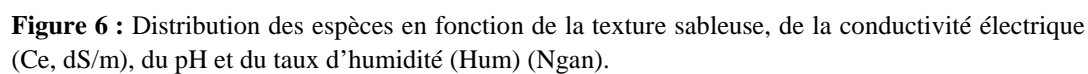
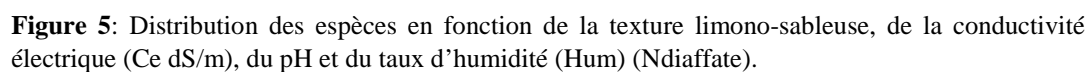


Figure 4 : Distribution des espèces en fonction de la texture sablo-limoneuse, de la conductivité électrique (Ce dS/m), du pH et du taux d'humidité (Hum) (Ndiaffate).



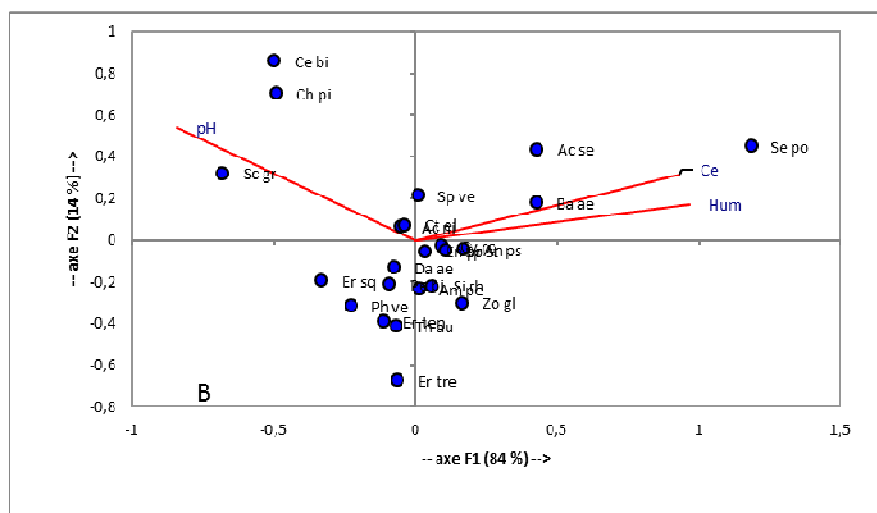


Figure 7 : Distribution des espèces en fonction de la texture sablo-limoneuse, de la conductivité électrique (Ce dS/m), du pH et du taux d'humidité (Hum) (Ngan).

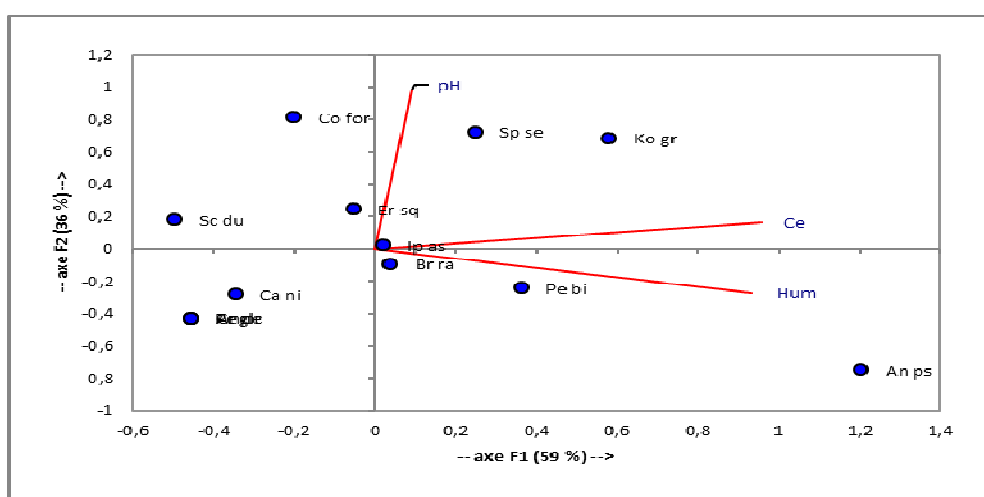


Figure 8. Distribution des espèces en fonction de la texture limono-sableuse, de la conductivité électrique (Ce dS/m), du pH et du taux d'humidité (Hum) (Ngan).

Tableau 1 : Données floristiques du site de Ndiaffate.

Espèces	F	P	CS%	FS%	Pi	Pi*Ln(Pi)	pH	Ce	Hum
<i>Philoxerus vermicularis</i>	Amaranthacée	61	11,07	82,43	0,11	-0,24	5,7	5,0	15,3
<i>Cyperus rotundus</i>	Cypéracée	45	8,17	60,81	0,08	-0,20	5,7	5,0	15,3
<i>Dactyloctenium aegyptiacum</i>	Paocée	40	7,26	54,05	0,07	-0,19	5,7	5,0	3,9
<i>Enteropogon prieurii</i>	Poacée	35	6,35	47,30	0,06	-0,18	5,8	5,0	3,7
<i>Eragrostis tremula</i>	Poacée	34	6,17	45,95	0,06	-0,17	5,7	3,8	4,0
<i>Sphaeranthus Senegalensis</i>	Astéracée	33	5,99	44,59	0,06	-0,17	5,3	5,0	15,5
<i>Ctenium elegans</i>	Poacée	26	4,72	35,14	0,05	-0,14	5,5	5,0	3,8
<i>Spermacoce verticillata</i>	Rubiacee	25	4,54	33,78	0,05	-0,14	5,6	3,7	3,6
<i>Cassia obtusifolia</i>	Césalpinacée	24	4,36	32,43	0,04	-0,14	5,0	5,0	2,3
<i>Zornia glochidata</i>	Fabacée	22	3,99	29,73	0,04	-0,13	5,1	5,0	2,2
<i>Eragrostis squamata</i>	Poacée	20	3,63	27,03	0,04	-0,12	5,7	3,4	5,7
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Simaroubacée	16	2,90	21,62	0,03	-0,10	5,9	2,6	1,6
<i>Combretum glutinosum</i>	Combretacée	16	2,90	21,62	0,03	-0,10	5,5	5,0	3,9
<i>Andropogon pseudapricus</i>	Paocée	13	2,36	17,57	0,02	-0,09	5,2	5,0	3,8
<i>Leptadenia hastata</i>	Asclépiadacée	12	2,18	16,22	0,02	-0,08	5,5	3,7	3,8
<i>Acacia nilotica</i>	Mimosacée	11	2,00	14,86	0,02	-0,08	5,7	4,1	5,1
<i>Oryza longistaminata</i>	Poacée	11	2,00	14,86	0,02	-0,08	5,7	3,5	16,1

<i>Acacia seyal</i>	Mimosacée	10	1,81	13,51	0,02	-0,07	5,6	5,0	3,5
<i>Sida alba</i>	Malvacée	10	1,81	13,51	0,02	-0,07	5,5	2,9	1,7
<i>Chloris pilosa</i>	Poacée	9	1,63	12,16	0,02	-0,07	5,7	5,3	4,1
<i>Mitragyna inermis</i>	Rubiacee	9	1,63	12,16	0,02	-0,07	5,6	4,1	4,1
<i>Spermacoce stachydea</i>	Rubiacee	8	1,45	10,81	0,01	-0,06	5,0	2,9	1,7
<i>Commiphora africana</i>	Buséracée	6	1,09	8,11	0,01	-0,05	5,5	5,0	3,9
<i>Brachiaria ramosa</i>	Poacée	5	0,91	6,76	0,01	-0,04	4,7	5,0	3,6
<i>Azadirachta indica</i>	Méliacée	4	0,73	5,41	0,01	-0,04	5,6	2,6	1,6
<i>Corchorus olitorius</i>	Tiliacée	4	0,73	5,41	0,01	-0,04	6,0	2,6	1,7
<i>Haemanthus pentaphylla</i>	Amaryllidacée	4	0,73	5,41	0,01	-0,04	5,2	0,1	0,7
<i>Pycneus albomarginatus</i>	Cypéracée	4	0,73	5,41	0,01	-0,04	5,5	1,2	3,8
<i>Tamarix senegalensis</i>	Tamaricacée	4	0,73	5,41	0,01	-0,04	5,7	4,1	16,7
<i>Calotropis procera</i>	Asclépiadacée	3	0,54	4,05	0,01	-0,03	4,5	0,7	4,6
<i>Dichrostachys glomerata</i>	Mimosacée	3	0,54	4,05	0,01	-0,03	6,0	8,7	2,9
<i>Acanthospermum hispidum</i>	Astéracée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	5,8	2,6	1,7
<i>Digitaria ciliaris</i>	Poacée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	6,6	1,1	1,4
<i>Hibiscus asper</i>	Malvacée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	4,7	2,9	1,9
<i>Nymphaea lotus</i>	Nymphéacée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	4,4	1,0	17,5
<i>Piliostigma reticulatum</i>	Césalpinacée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	5,4	0,1	1,8
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvacée	2	0,36	2,70	0,00	-0,02	6,2	2,4	4,6

<i>Alysicarpus ovalifolius</i>	Papillonacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	5,5	0,1	1,2
<i>Andropogon gayanus</i>	Poacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	7,1	1,5	0,5
<i>Chloris gayana</i>	Poacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	4,9	4,6	3,5
<i>Conocarpus erectus</i>	Combrétacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	4,2	4,3	7,3
<i>Crotolaria arenaria</i>	Fabacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	4,7	0,9	0,9
<i>Indigofera tintoria</i>	Papillonacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	6,2	5,1	2,7
<i>Ipomaea aquatica</i>	Convolvulacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	5,4	0,1	1,8
<i>Kohautia grandiflora</i>	Rubiaceae	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	4,3	1,3	3,2
<i>Merremia tridentata</i>	Convolvulacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	6,6	0,4	0,2
<i>Pakinsonia aculeata</i>	Césalpinacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	4,4	1,4	30,5
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Poacée	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	5,4	0,1	1,8
<i>Ziziphus mauritiana</i>	Rhamnaceae	1	0,18	1,35	0,00	-0,01	5,4	0,1	1,8
Total		551	100	744,594595	1	-3,2862904			

F= Famille, P = Présence, CS% = Contribution spécifique en % FS = Fréquence spécifique en % Pi = Richesse spécifique.
Ce = Conductivité électrique (dS/m). pH = Potentiel hydrogène. Hum = Taux d'humidité.

Tableau 2 : Données floristiques du site de Ngan.

Espèces	Familles	P	CS%	FS%	Pi	Pi*Ln(Pi)	Ce	pH	Hum
<i>Cyperus rotundus</i>	Cypéracée	48	8,78	66,67	0,09	-0,21	2,8	5,8	4,6
<i>Ctenium elegans</i>	Poacée	47	8,59	65,28	0,09	-0,21	2,8	5,8	4,6
<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Poacée	47	8,59	65,28	0,09	-0,21	2,8	5,7	4,6
<i>Spermacoce verticillata</i>	Rubiacee	44	8,04	61,11	0,08	-0,20	2,8	5,8	4,5
<i>Enteropogon preurii</i>	Poacée	41	7,50	56,94	0,07	-0,19	2,8	5,8	4,5
<i>Philoxerus vermicularis</i>	Amaranthacée	38	6,95	52,78	0,07	-0,19	2,3	5,8	4,6
<i>Andropogon pseudapricus</i>	Poacée	28	5,12	38,89	0,05	-0,15	3,3	5,3	5,6
<i>Eragrostis squamata</i>	Poacée	28	5,12	38,89	0,05	-0,15	1,1	5,6	2,5
<i>Spermacoce stachydea</i>	Rubiacee	23	4,20	31,94	0,04	-0,13	2,8	5,6	4,6
<i>Zornia glochidiata</i>	Fabacée	21	3,84	29,17	0,04	-0,13	2,7	5,2	4,6
<i>Balanites aegyptiaca</i>	Simaroubacée	18	3,29	25,00	0,03	-0,11	2,8	5,6	4,6
<i>Cassia obtusifolia</i>	Césalpinacée	15	2,74	20,83	0,03	-0,10	3,3	5,7	5,7
<i>Eragrostis tenella</i>	Poacée	15	2,74	20,83	0,03	-0,10	2,3	5,5	4,6
<i>Kohautia grandiflora</i>	Rubiacee	14	2,56	19,44	0,03	-0,09	0,8	6,2	2,3
<i>Eragrostis tremula</i>	Poacée	13	2,38	18,06	0,02	-0,09	0,8	6,1	1,2
<i>Peristrophe bicalyculata</i>	Acanthacée	10	1,83	13,89	0,02	-0,07	3,3	5,5	0,3
<i>Acacia seyal</i>	Mimosacée	8	1,46	11,11	0,01	-0,06	3,3	5,6	5,0
<i>Barchiaria ramosa</i>	Poacée	8	1,46	11,11	0,01	-0,06	1,0	5,3	2,5
<i>Acacia nilotica</i>	Mimosacée	7	1,28	9,72	0,01	-0,06	2,8	5,2	4,7
<i>Commelina forskalaei</i>	Commelinacée	7	1,28	9,72	0,01	-0,06	0,8	6,3	1,2
<i>Corchorus olitorius</i>	Tiliacée	6	1,10	8,33	0,01	-0,05	1,2	5,0	0,9
<i>Sida rhombifolia</i>	Malvacée	6	1,10	8,33	0,01	-0,05	1,7	5,3	2,8
<i>Chloris pilosa</i>	Poacée	5	0,91	6,94	0,01	-0,04	0,8	6,8	1,2

<i>Ipomaea asarifolia</i>	Convolvulacée	5	0,91	6,94	0,01	-0,04	1,2	5,7	0,9
<i>Schoenefeldia gracilis</i>	Poacée	5	0,91	6,94	0,01	-0,04	0,0	6,7	0,2
<i>Sphaeranthus senegalensis</i>	Astéracée	5	0,91	6,94	0,01	-0,04	3,4	6,1	2,2
<i>Thypha australis</i>	Poacée	5	0,91	6,94	0,01	-0,04	1,0	5,3	2,8
<i>Calotropis procera</i>	Asclépiadacée	4	0,73	5,56	0,01	-0,04	0,0	6,2	0,1
<i>Ampelocisus pentaphylla</i>	Vitacée	3	0,55	4,17	0,01	-0,03	2,3	5,3	1,5
<i>Scoparia dulcis</i>	Scrophulariacée	3	0,55	4,17	0,01	-0,03	0,0	5,8	0,4
<i>Waltheria indica</i>	Tiliacée	3	0,55	4,17	0,01	-0,03	1,2	5,6	0,9
<i>Anarcadium occidentale</i>	Anarcadiacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	0,0	5,4	0,6
<i>Cenchrus biflorus</i>	Poacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	1,5	6,9	0,5
<i>Crotalaria glaucoïdes</i>	Fabacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	0,0	5,4	0,6
<i>Hibiscus asper</i>	Malvacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	0,2	4,5	0,1
<i>Ocimum basilicum</i>	Lamiacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	0,0	5,9	1,0
<i>Pennisetum pedicellatum</i>	Poacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	0,0	5,4	0,6
<i>Sesuvium portulacastrum</i>	Aizoacée	2	0,37	2,78	0,00	-0,02	5,5	4,5	9,0
<i>Acacia albida</i>	Mimosacée	1	0,18	1,39	0,00	-0,01	1,7	6,0	1,0
<i>Cassia nigricans</i>	Césalpinacée	1	0,18	1,39	0,00	-0,01	0,0	5,5	0,9
<i>Cynodon dactylon</i>	Poacée	1	0,18	1,39	0,00	-0,01	1,7	6,0	1,0
Total		547	100,00			-3,19			

F= Famille, P = Présence, CS% = Contribution spécifique en % FS = Fréquence spécifique en % Pi = Richesse spécifique.

Ce = Conductivité électrique (dS/m). pH = Potentiel hydrogène. Hum = Taux d'humidité

DISCUSSION

Dans le cadre de notre étude les résultats obtenus sur la distribution des *tannes* au niveau des unités géomorphologiques ont montré que la majorité des *tannes* sont observées sur la terrasse moyenne avec 50% au nord du fleuve Saloum (Ngan) et 40% au sud du fleuve Saloum (Ndiaffate). Ce résultat confirme les travaux de Sadio (1986) qui a noté qu'au niveau de la terrasse moyenne on y rencontre une diversification des types de *tannes* par rapport aux autres unités géomorphologiques.

Pour l'étude de la végétation en fonction des unités géomorphologiques et des types de faciès, nous avons constaté sur sols à texture fine (taux d'argile > 24%, sud du fleuve Saloum) que la diversité biologique est plus importante par rapport au sol dont la texture est grossière (taux de sable de 55%, nord du fleuve Saloum). Dans le secteur de Ndiaffate, 49 espèces ont été recensées contre 41 dans le secteur de Ngan. Ces espèces sont réparties en classes en fonction de leur fréquence et de leur contribution spécifique.

Ces résultats sont en parfaite adéquation d'une part avec ceux des travaux de plusieurs auteurs (Bille, 1977 ; Cornet, 1981 ; Barral et al. 1983) qui ont mis en évidence les variations de la structure spécifique de la végétation en relation avec les conditions édapho-climatiques, et d'autre part avec ceux de Thiaw et al. (2011) dans la caractérisation de la végétation herbacée dans la région de Kaffrine (Centre Ouest Sénégal). Ils ont mis en évidence le regroupement de certaines espèces en fonction des paramètres physico-chimique des sols à savoir le regroupement à *Téphrosia pedicellata* sur sol à texture argilo-limoneuse et le groupement *Ipomoea pestigridis* et *Ipomoea vagans* sur sols à texture sableuse. Ils ont mis en évidence la richesse floristique de cette zone avec 63

espèces herbacées réparties dans 50 genres et 20 familles.

Les résultats obtenus sur la répartition en classe en fonction de leur fréquence et de leur contribution spécifique sont en conformité avec celles observées par Ashraf (2008) pour la distribution de la végétation en fonction des facteurs édaphiques dans le désert du Cholistan (Pakistan). Les travaux de Diallo et al. (2009) sur la variabilité de la végétation herbacée des Niayes de Pikine sont en parfaite adéquation avec nos résultats obtenus dans le bassin arachidier. Dans cette étude (Diallo et al., 2009), cette forte variabilité floristique riche de 43 familles représentées par 119 genres et 163 espèces est un témoin de l'impact de la sécheresse, de l'augmentation de la salinité et l'action anthropique. Il apparaît clairement dans cette étude que les différents types de végétation correspondent aux niveaux de salinité et d'humidité du sol, de la matière organique et de la concentration ionique.

Les travaux de Jafari et al. (2004) sur les relations végétation - sol dans la région de Hoz-e-Soltan (Iran) ont révélé l'existence d'une relation spécifique entre les caractéristiques du sol et la distribution de la végétation. Les caractéristiques du sol étaient la salinité et la texture. Dans notre étude, nous avons ciblé la texture, l'humidité, la salinité et le pH comme variables. Notre démarche est, en partie, en adéquation avec celle de Kassas (1957), Ungar (1968), Jafari (1989), Moghimi (1989), Caballero et al., (1994), Maryam et al. (1995) et WEI-Qiang et al. (2008) sur les relations entre les caractéristiques des sols et la végétation halophyte.

Ces auteurs ont constaté que la distribution de la végétation dans une région donnée est fonction de la salinité du sol. Abu-Ziada (1980) a pu démontrer une forte relation de la distribution de la végétation avec la salinité et l'humidité dans le sol. Les travaux



de Jafari et al. (2004), comme précédemment, ont indiqué que la texture du sol est une variable à un effet sur la distribution de la végétation car elle a une influence sur le taux et les substances nutritives disponibles dans le sol. Dans notre étude, l'utilisation de l'ACP avec comme variable effective la texture, a permis la mise en évidence à Ndi affate comme à Ngan des groupes d'espèces de tailles différentes pour chaque texture : sableuse, sablo-limoneuse et limono-sableuse. Cela nous a permis de distinguer des espèces végétales spécifiques colonisant des types de texture de sols donnés et sur des gammes spécifiques de salinité, d'humidité et d'acidité.

Il apparaît clairement au niveau du Sud du fleuve Saloum que les espèces rencontrées strictement sur sols à texture sableuse, sablo-limoneuse et limono-sableuse caractérisent mieux ces milieux. Lorsque la texture est sableuse, *Chloris pilosa* et *Merremia tridentata* sont les mieux indiquées. Elles caractérisent les sols légèrement salins à salins avec une acidité variant de l'acide au faiblement acide avec des teneurs d'humidité variant 0,23% à 5%.

Lorsque la texture du sol est sablo limoneuse, les espèces *Conocarpus erectus*, *Balanites aegyptiaca* et *Kohautia grandifolia* sont les mieux adaptées pour faire la caractérisation de ces sols sulfatés acides salés. Elles indiquent les milieux caractérisés par une teneur en humidité de 1,25% à 7,25%, avec des caractères de salinité de moyennement salin à très salin et un caractère d'acidité évoluant du très acide au faiblement acide. Les espèces enregistrées strictement lorsque la texture est limono-sableuse dont les pourcentages de contribution sont les plus élevés sont : *Pakinsonia aculeata*, *Andropogon gayanus* et *Nymphaea lotus*. Ces espèces caractérisent ces sols dont les caractères de salinité évoluent du non salins à salins avec un caractère d'acidité allant du très

acide à neutre pour une humidité de 0,51% à 30,51%.

Au nord du fleuve Saloum, les espèces *Hibiscus asper* et *Calotropis procera* sont rencontrées uniquement sur sols à texture sableuse. Ces espèces indiquent un milieu sableux avec des caractères non salins à légèrement salins. Les caractères d'acidité enregistrés varient de l'acide au faiblement acide. L'humidité varie entre 0,07 et 1,03%.

L'espèce rencontrée strictement sur sols sulfatés acides salés à texture sablo-limoneuse est *Sesuvium portulacastrum*. Elle indique un milieu salin avec un caractère acide et un taux d'humidité de 9%. Les espèces strictement rencontrées lorsqu'on a une texture limono-sableuse sont : *Kohautia grandiflora*, *Anarcadium occidentalis*, *Crotalaria glaucoïdes* et *Pennisetum pedicellatum*. Ces espèces indiquent un milieu dont la gamme de salinité varie entre non salin et moyennement salin avec un caractère très acide à faiblement acide pour une humidité du sol variant entre 0,38 et 1,78%. Ces résultats confirment ceux de Jafari et al., (2004), qui sont parvenus à identifier des espèces indicatrices des sols de salinité faible et de texture grossière (*Artemisia sieberi*) et des sols à salinité moyenne à forte (*Tamarix sp.*, *Suaeda aegyptiaca*).

Dans notre étude, nous avons tenu compte des recommandations faites par les auteurs cités plus haut pour une classification des espèces végétales dans les sols (Ndi affate et Ngan) en fonction des types de textures et des gammes maximales et minimales du taux d'humidité, du caractère d'acidité et de salinité. Ces derniers ont observé l'influence de la texture du sol sur la distribution de la végétation. Cette texture affecte le taux d'humidité du sol et par conséquent la nutrition des espèces affectant ainsi leur distribution.

Conclusion

L'étude de la végétation en fonction des unités géomorphologiques et du type de faciès montre que la distribution du type de *tannes*, du nombre d'espèces et de genres n'est pas fonction du type de terrasses au niveau des deux sites et même à l'intérieur d'un même site. Cependant malgré les différences pluviométriques et les types de sols dans les deux secteurs, la salinité et l'acidité sont en grande partie responsables de cette similarité végétale entre les deux secteurs et à l'intérieur d'un même secteur. La distribution aires/espèces, à travers les différentes grappes dans les secteurs d'études, a révélé que la déclivité du terrain n'est pas le seul facteur explicatif de ce façonnement du faciès écologique (type de *tannes*).

La distribution spatio-temporelle très hétérogène des éléments de contraintes (salinité et acidité) permet de mettre en évidence la diversité des faciès écologiques à l'intérieur d'une même unité géomorphologique ou entre deux unités géomorphologiques différentes se succédant. Dans ces milieux, les familles les plus représentées sont les Poacées et les Rubiacées. La distribution des espèces en fonction des éléments de contraintes s'appuie sur les propriétés du sol.

La connaissance du mode de regroupement de la végétation en fonction des paramètres de contraintes (salinité et acidité) et de la texture des sols est susceptible de donner d'une part, des informations sur le choix du type d'aménagement, à savoir les dispositifs biomécaniques et hydro agricoles tout en mettant l'accent sur le drainage des sols pour éviter une salinisation secondaire. D'autre part, elle aiderait sur la caractérisation de ces milieux par la réduction des coûts d'analyses des échantillons de sols, l'élaboration d'une carte des textures de sol, la mise en évidence de la complexité de la

couverture pédologique et de la diversité des types de sols surtout à l'échelle parcellaire, l'enchevêtrement de ces sols dans l'espace ainsi que la coexistence de l'acidité et la salinité.

REFERENCES

- Abu-Ziada MEA. 1980. Ecological studies on the flora of Kharga and Dakhla Oases of the Western Desert of Egypt. Ph.D Thesis, Fac. Sci., Mansoura Univ., 342 pp.
- Arshrad M. 2003. Cholistan desert ecosystem monitoring for future management. Annual Technical Report of a project sponsored by WWF-Pakistan. (Unpublished).
- Battistini R. 1960. Description géomorphologique de Nosy-Be, du delta du Sambirano et de la baie d'Ampasindava. Mémoires de l'Institut des Sciences de Madagascar, série F, tome 3, 121-343.
- Berthois L, Guilcher A. 1956. Questions de morphologie climatique en Mélanésie équatoriale (Nouvelle Guinée, Nouvelle Bretagne, Guadalcamal). *Bull. ASS. Géographes Fr*, 338-339.
- Braun-Blanquet 1928. Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde. *Biol. Studienbücher*, 7, Berlin. In *Elément de Biogéographie et d'Ecologie*, Lacoste A, Salanon R (eds). Nathan: Paris; 189.
- Caballero JM, Esteve MA, Calvo JF, Pujol JA. 1994. Structure of the vegetation of salt steppes of Guadalenitin (Murcia, Spain). *Stud. Oecol.*, **10**(11): 171-183.
- Diallo A, Guissé A, Faye Ngom M, Saradoum G. 2009. Variabilité floristique de la végétation herbacée de la niaye de Pikine au Sénégal. *Rev. Écol. (Terre Vie)*, **64**: 123-133.
- Fleur TJ. 1975. Halophytes. In *Ion Transport in Cells and Tissues*, Barker DA, Hall JL

- (eds). North Holland, Amsterdam; 309-334.
- Jafari M. 1989. Survey of relationship between salinity agents and distribution of plants in Damghan region. MSc. thesis in Natural Resources College of Tarbiat Modarres university (Persian)
- Jafari M, Chahouki MAZ, Tavili A, Azarnivand H, Amiri GZ. 2004. Effective environmental factors in the distribution of vegetation types in Poshtkouh rangelands of Yazd Province (Iran). *Journal of Arid Environments*, **56**: 627-641.
- Kassas M. 1957. On the ecology of the Red Sea coastal land. *J. Ecolo.*, **45**: 187-203.
- Lebigre M. 1984. Les mangroves des rias du littoral Gabonais, essai de cartographie et typologie. *Bois et Forêts Tropicaux*, **199**: 3-28.
- Marius C. 1985. Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Ecologie-Pédologie-Géochimie. Mise en valeur et aménagement. Mémoire ORSTOM n°106, Paris.
- Maryam H, Ismail S, Alaa F, Ahmed R. 1995. Studies on growth and salt regulation in some halophytes as influenced by edaphic and climatic conditions. *Pak. J. Bot.*, **27**: 151-163.
- Moghim J. 1989. Survey of relationship between vegetation, salinity and water ground table in Hoz-e- Soltan playa in Qom province, MSc. thesis in Natural Resources College of Tehran university (Persian).
- Muhammad YA. 2008. Impact of salt stress on concentration of Na⁺, Cl⁻, and organic solutes concentration in pea cultivars.
- Pansu M, Gautheyron J. 2003. *L'Analyse du Sol, Minéralogie, Organique et Minérale*. Ed Springer-verlag. France, 993 p
- Sadio S. 1986. Etude pédologique des facteurs de mortalité des essences forestières introduites en milieux salés au Sénégal. ORSTOM/Dakar, 66 p + 34 p. an.
- Thiam A. 2007. Rapport d'activité. Caractérisation de la végétation sur sols sulfatés acides salés dans la zone de Ngane Kaolack ISRA (Centre de Kaolack). 12 p.
- Thiam. A. 2008. Rapport des travaux d'avancement : Caractérisation du milieu physique des sites expérimentaux (Ndiaffate et Ngane) dans le domaine des *tannes*, Kaolack ISRA (Centre de Kaolack), 35 p.
- Thiaw A, Faye MN, Diallo A, Ndiaye O, Fall RD, Guissé A. 2011 : Caractérisation de la végétation herbacée de la région de Kaffrine (Centre-Ouest, Sénégal). *Annales des Sciences Agronomiques*, **15**(2): 243-264.
- Ungar I. 1968. Species-soil relationships on the Great Salt Plains of northern Oklahoma. *Amer. Midl. Naturalist*, **80**: 392-406.
- WEI-Qiang Li, Liu Xiao-Jing, Ajmal Khan M, Bilquees Gul. 2008. Relationship between soil characteristics and halophytic vegetation in coastal region of North China. *Pak. J. Bot.*, **40**(3): 1081-1090.